Journal of Horticultural Science
https:// jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 2, Summer 2022, p. 459-470

The Effect of Colored Polyethylene Mulch on Quality Characteristics, Yield and Chlorophyll Fluorescence Parameters of Strawberry Cv. Camarosa

S. Shiukhy[1]*

Received: 13-08-2021 Revised: 07-09-2021 Accepted: 11-10-2021 Available Online: 21-08-2022	**How to cite this article:** Shiukhy S. 2022. The Effect of Colored Polyethylene Mulch on Quality Characteristics, Yield and Chlorophyll Fluorescence Parameters of Strawberry Cv. Camarosa. Journal of Horticultural Science 36(2): 459-470. (In Persian with English abstract) **DOI**: 10.22067/JHS.2021.70983.1064

Introduction

Inefficient management of strawberry fields is one of the important factors in significantly reducing the strawberry fruit yield and quality. Nowadays application of polyethylene soil mulch is widely considered in the cultivation of fruits and vegetables, with various purposes such as improving quality, increasing yield and reducing weeds. The thermal and light environment around the plant due to the use of polyethylene mulch, can affect the quality and yield of strawberry fruit.

Material and Methods

In this study, In order to investigate the effect of colored polyethylene mulch on fluorescence parameters, leaf chlorophyll and strawberry fruit yield (cv. Camarosa), an experiment was carried out as completely randomized block design with four experimental treatments including; colored polyethylene mulch (black, red, white) and control (traditional cultivation without mulch) in three replication in the Caspian Sea region, Iran during the 2016-17 and 2017-2018 years. The experimental plots were 5 m long and 1.5 m wide, with 4 planting rows separated by 30 cm in each plot. Then polyethylene mulch was laid on the ridge and the plants were planted at a distance of 20 cm in a row (1 October). Three harvest times (170, 185 and 200 days after planting) were determined to assess the characteristics of harvested fruits.

Result and Discussion

Based on the results, the effect of mulches color on fruit yield was significantly ($P \leq 0.01$). Considering fruit yield at the first harvest (175 DAP) and the second (185 DAP), red mulch showed the highest fruit yield and the lowest was observed in the control treatment. While at the third harvest time (200 DAP), it was the black and white mulches that resulted in the largest amount of yield .The effect of colored polyethylene mulch on the acidity (pH) and titratable acid (TA) of the fruit was not significant, but the amount of soluble solids (TSS) of the fruit at different harvest times showed a significant difference between the experimental treatments. So that in the first harvest time (170 DAP) and the second (185 DAP), the highest amount of soluble solids was observed in treatments with colored polyethylene mulch. The results also showed that colored polyethylene mulches effect on fluorescence parameters and leaf chlorophyll content was significant ($P \leq 0.05$). The results showed that mulch color had a significant effect on F_v/F_o ratio, F_o and leaf chlorophyll content. During the both years, the highest F_v/F_o ratio, F_o and leaf chlorophyll were related to colored polyethylene mulches, and the lowest was observed in the control treatment, while colored mulches did not affect the F_v/F_m ratio. In fact, it can be explain that the plant's response to the colored polyethylene mulches, compared to the control treatment, improves fruit yield and increases the strawberry photosynthetic system.

Conclusion

Comparison of the average effect of polyethylene mulch on strawberry fruit yield during the growing season

1- Agro Meteorology Assistant Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU)
(*- Corresponding Author Email: S.shiukhy@sanru.ac.ir)

in both years, showed similar results. Polyethylene mulches can increase yields by increasing soil temperature, increasing nutrient availability, increasing root uptake in nutrients and increasing the efficiency of soil microorganisms. Based on the results, in the first harvest time (170 DAP), second harvest time (185 DAP) and third harvest time (200 DAP), the yield of strawberry fruit in both growing season showed that the highest yield was related to treatments with The colored polyethylene mulch and the lowest yield was observed in the control treatment. Red mulch had the highest fruit yield during the first and second harvests, but gradually decreased during the third harvest. It seems that red color, in addition to increasing yield, has also caused early ripening of the fruit. The amount of soluble solids (TSS) of the fruit at different harvest times showed a significant difference between the experimental treatments. During the first harvest (170 DAP) and the second (185 DAP), the highest amount of soluble solids was observed in treatments with colored polyethylene mulch. Based on the findings, the effect of colored polyethylene mulch on fluorescence parameters and chlorophyll content of leaves indicated that the color of polyethylene mulch had a significant effect on the amount of F_o and chlorophyll content of leaves. Therefore, the use of polyethylene mulch due to the increase in yield and quality of strawberry fruit compared to its traditional cultivation method seems very beneficial.

Keywords: Day after planting, Fruit quality, Harvest time, Heat environment, Photosynthesis system

نشریه علوم باغبانی
https:// jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۱، ص ۴۷۰-۴۵۹

تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر خصوصیات کیفی، میزان عملکرد و پارامترهای فلورسانس کلروفیل توت‌فرنگی رقم 'کامارسا'

سعید شیوخی[1]*

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۹

چکیده

مدیریت ناکارآمد مزارع توت‌فرنگی، یکی از عوامل مهم در کاهش قابل توجه عملکرد و کیفیت میوه توت فرنگی (*Fragaria × ananassa*, Duch.) به‌حساب می‌آید. در این پژوهش، به منظور بررسی تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر خصوصیات کیفی، میزان عملکرد، پارامترهای فلورسانس و کلروفیل برگ گیاه توت‌فرنگی رقم 'کاماروسا'، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار آزمایشی شامل؛ خاکپوش پلی‌اتیلنی رنگی (سیاه، قرمز، سفید) و شاهد (بدون خاکپوش) در سه تکرار در طی سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶انجام شد. بر پایه یافته‌ها، تاثیر رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی بر میزان عملکرد میوه دارای تفاوت معنی‌دار بود ($p \leq 0.01$). به‌طوری‌که عملکرد کل میوه در زمان‌های برداشت اول و دوم به‌ترتیب (۱۷۵ و ۱۸۵روز پس از کاشت) به‌گونه‌ای بود که بیشترین عملکرد میوه توت‌فرنگی در کاربرد خاکپوش قرمز و کمترین آن در گیاهان بدون خاکپوش (شاهد) مشاهده گردید. در حالی‌که در زمان برداشت سوم (۲۰۰ روز پس از کاشت)، این خاکپوش‌های سیاه و سفید بودند که بیشترین مقدار عملکرد را به‌خود اختصاص دادند. بیشترین میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه، مربوط به تیمارهای دارای خاکپوش در مقایسه با شاهد بود، اما تفاوت چندانی میان خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی مشاهده نشد. همچنین نتایج گویای آن بود که، تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر پارامترهای فلورسانس و شدت سبزینگی برگ معنی‌دار بود ($p \leq 0.05$). نتایج حاکی از آن بود که رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی تاثیر چشمگیری بر میزان فلورسانس اولیه، نسبت فلورسانس اولیه به فلورسانس متغیر (F_v/F_o) و شدت سبزینگی برگ داشت. به‌طوریکه در هر دو سال زراعی، بیشترین میزان نسبت F_o ،F_v/F_o و شدت سبزینگی مربوط به خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بود و کمترین میزان آن در تیمار شاهد مشاهده شد. این در حالی بود که رنگ خاکپوش‌ها تاثیر چندانی بر میزان نسبت F_v/F_m نداشت. در واقع می‌توان اینگونه اظهار داشت که، پاسخ گیاه نسبت به رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی در مقایسه با تیمار شاهد، سبب بهبود عملکرد میوه و افزایش بهره‌وری سیستم فتوسنتزی گیاه توت‌فرنگی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: روز پس از کاشت، زمان برداشت، سیستم فتوسنتزی، کیفیت میوه، محیط گرمایی

مقدمه

توت‌فرنگی (*Fragaria × ananassa*) گیاهی باغی با میوه بسیار ارزشمند است که سرشار از ویتامین ث، اسید فولیک، پتاسیم، منگنز، آنتوسیانین‌ها، فلاونوئیدها، فیبر و قندها است (Caulet *et al.*, 2013). توت فرنگی در گستره‌ی اقلیمی وسیعی در سراسر جهان یافت می‌شود. کشور آمریکا با تولید ۱/۳ میلیون تن میوه، بالغ بر ۳۰ درصد از کل تولید توت‌فرنگی جهان را به خود اختصاص داده است، که از اینرو بزرگترین تولیدکننده توت‌فرنگی در جهان محسوب می‌شود. از مراکز عمده تولید توت‌فرنگی در ایران می‌توان از استان‌های واقع در کمربند غربی، شمال غربی و شمال کشور بویژه استان مازندران اشاره کرد. مدیریت سنتی در کشت این گیاه، کاهش محصول بسیار قابل توجهی را به‌دنبال دارد و همین مدیریت ناکارآمد سبب آلودگی میوه به انواع بیماری‌های قارچی و انگلی می‌شود

۱- استادیار هواشناسی کشاورزی، دانشکده مهندسی زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: Email: S.shiukhy@sanru.ac.ir)
DOI: 10.22067/JHS.2021.70983.1064

(Shiukhy Soqanloo and Raeini, 2018).

خاکپوش یا مالچ در کشاورزی به مـاده‌ای اطـلاق مـی‌گـردد کـه برای پوشاندن سطح خاک مورد استفاده قرار مـی‌گیـرد. خـاکپوش‌هـا عمدتاً به دو گروه آلی و مصنوعی تقسیم‌بندی می‌شوند کـه هـر یـک دارای مزایا و معایب مختص به‌خـود مـی‌باشـند (Javanmardi and Rezaei, 2013). امروزه خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی به‌طور گسترده‌ای در بستر کشت سبزیجات و میوه‌ها در شرایط مزرعه، با اهداف گونـاگونی مانند بهبود کیفیت، افزایش عملکرد و کاهش علف‌های هـرز اسـتفاده می‌شـوند (Singh *et al.*, 2017). لائـوری و همکـاران (Laurie *et al.*, 2015)، گزارش کردند که استفاده از خـاکپوش بـا جلـوگیری از رسیدن نور به سطح خـاک (نـور مـورد نیـاز بـرای جوانـه‌زنـی بـذور علف‌های هرز)، سبب کاهش رشد علف‌های هرز مـی‌شـود. همچنـین خاکپوش‌ها بویژه خاکپوش‌های پلی‌اتیلنـی، از طریـق افـزایش دمـای خاک، افزایش فراهمی عناصـر غـذایی، افـزایش تـوان ریشـه در جـذب عناصـر غـذایی و افـزایش کـارایی ریـز جانـداران خـاک، می‌توانند مقدار محصول را افـزایش دهـند (Abbasi *et al.*, 2017). تاکنون مطالعـات بسـیاری در سرتاسـر جهـان مبنـی بـر تـاثیر انـواع خاکپوش‌ها یا تاثیر توام آنها با عامل دیگر، بـر ویژگـی‌هـای کیفـی و عملکرد میوه گیاهان انجام شده است که می‌توان به برخی موارد نظیر (Shiukhy Soqanloo *et al.*, 2012; El-Mageed *et al.*, 2016; El-Samnoudi *et al.*, 2019; Singh *et al.*, 2017; Sarkar and Sarkar; 2018; Bardehji *et al.*, 2019 and El-Zohiri and Samy; 2013) اشاره کرد.

محیط نوری پیرامون گیاه نقش بسیار حـائز اهمیتـی را در میـزان کاهش یا افزایش عملکرد و کیفیت تولیدات گیاهی را در طی مراحـل مختلف رشد و توسعه گیاه، ایفا می‌کنـد (Bernier and Perilleux, 2005). برخی از خاکپوش‌های پلـی‌اتیلنـی رنگـی بـرای محصـولات خاص و برای دوره‌های مشخص در طـول فصـل رشـد گیـاه توصـیه مـی‌شـوند (El-Zohiri and Samy; 2013). خـاکپوش‌هـای رنگـی قرمز، قهوه‌ای و آبی می‌توانند به‌عنوان یک ماده بالقوه بـرای افـزایش عملکرد برخی سبزیجات باشند. خاکپوش قرمز نه تنها بخشی از نور با طول موج کوتاه را از خود عبور می‌دهد، بلکه در دامنه نور قرمز (R) و فروسرخ (FR) آن را بازتاب هم می‌کند. شیوخی و رائینی (Shiukhy Soqanloo and Raeini, 2018)، نشـان دادنـد کـه در میـان انـواع مختلف خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی، خاکپوش قرمز بـه طـور قابـل توجهی کیفیت طول موج نور بازتابی از تـابش را تغییـر مـی‌دهـد. در تولید گیاهی نسبت نور قرمز دور به قرمز ($\frac{FR}{R}$) نقش مهمی در تنظیم فیتوکروم بـرگ و جابجـایی مـواد فتوسـنتزی دارد (Loughrin and Kasperbauer, 2002). فرانکوئرا (Franquera, 2015)، بیـان کـرد که رشد کاهو احتمالا می تواند تحت تاثیر دستکاری خرداقلیم گیـاه از طریق تفاوت در تعادل طیفی از هر رنگ خـاکپوش پلـی‌اتیلنـی، قـرار گیرد. تفاوت طیف نور بازتـابی از رنـگ خـاکپوش پلـی‌اتیلنـی نشـان می‌دهد که گیاهان با تغییـرات کـم در خـرداقلیم کـه از رنـگ سـطح خاکپوش ناشی می‌شود، تحت تاثیر قرار می‌گیرنـد ابوالیزیـد و مـادی (Abu El-Yaziedand Mady, 2011)، گزارش کردند که استفاده از خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی، موجب افزایش میزان شدت سـبزینگی کدو تخم (*Cucurbita pepo*) شد. بر پایه نتـایج وانـگ و همکـاران (Wang *et al.*, 2012)، شـدت سـبزینگی تـوت فرنگـی در مـالچ پلاستیکی قرمز در مقایسه با سایر رنگ‌های مالچ پلاستیکی بالاترین مقدار بود. بنابراین با توجه به مطالعـات پیشـین و اهمیـت اسـتفاده از خاکپوش‌ها در بسـتر کشـت تـوت‌فرنگـی در منـاطق مسـتعد اسـتان مازندران، هدف از این پـژوهش اسـتفاده از فـن‌آوری خـاکپوش‌هـای پلی‌اتیلنی و بررسی تاثیر آنها بر عملکرد میوه و پارامترهای فلورسانس برگ توت‌فرنگی رقم کاماروسا در طول سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۵ در شهرستان ساری، پایه‌ریزی شد.

مواد و روش‌ها

محل انجام آزمایش

این پژوهش در یک مزرعـه کشـاورزی در روسـتای فیروزکنـده شهرستان ساری با عرض (36° 33′ N) و طول جغرافیایی (53° 00′ E)، ارتفـاع از سـطح دریـا (۲۳ متـر)، میـانگین دمـا (۱۷/۹ درجـه سانتی‌گراد) و میانگین بارندگی (۷۸۹/۲ میلی‌متر)، در طـی سـال‌هـای زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۵ انجام شد. بافـت خـاک محـل آزمـایش از نـوع سیلتی رس بوده و سایر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعـه آزمایشی در جدول ۱ گزارش شد.

آزمایش بر پایه طرح بلوک‌های کامـل تصـادفی بـا چهـار تیمـار آزمایشی خاکپوش پلی‌اتیلنی رنگی شامل؛ (سیاه، قرمز، سفید و شـاهد (بدون خاکپوش)) در سه تکرار در سال‌های زراعی ۱۳۹۷-۱۳۹۵ اجـرا شد. کرت‌های آزمایشی دارای ۵ متر طول و ۱/۵ متر عرض بود که در هر کرت ۴ ردیف کاشت با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر جدا شـدند. سپس خاکپوش پلی‌اتیلنی بر روی پشته به عرض ۱/۵ متر کشیده شد و بوته‌ها در هر ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر در تاریخ ۱۰ آبان کشـت شدند. آبیاری با استفاده از سیستم قطره‌ای با لوله‌هـای آبیـاری دارای قطر ۳۸ میلی‌متر و قطره چکان با دبـی خروجـی ۴ (لیتـر در سـاعت) انجام شد.

رطوبت خاک با استفاده از تانسیومتر پایش و زمانی‌کـه میـزان آن به ۷۰ درصد می‌رسید، آبیاری صـورت مـی‌گرفـت. بـر اسـاس نتـایج آزمایش خاک و بررسی منابع (Shiukhy Soqanloo *et al.*, 2012)، نیاز کودی گیاه با کود NPK20-20-20 (نیتروژن به‌عنـوان، نیتـرات: ۶/۵ درصـد؛ آمونیـوم، ۰/۴ درصـد؛ اوره، ۴/۱۰ درصـد؛ فسـفات بـه-عنوان P2O5، ۰/۲۰ درصـد؛ ۱۰/۴؛ و پتـاس بـه‌عنـوان K2O، ۰/۲۰

درصد) همراه با عناصر کم‌مصرف منگنز (۰/۰۳ درصد)، بر (۰/۰۲ درصد) و مولیبدن (۰/۰۰۱ درصد) به‌صورت سرک (EDTA) تامین شد. دمای خاک در زیر خاکپوش‌های اتیلنی در عمق ۱۰ سانتی‌متری با استفاده از دماسنج‌های دیجیتالی مدل (M-Log5W, GeoPrecision)، به‌طور روزانه ثبت شد (جدول ۲).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی- شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی.

Table 1- Physico-chemical characteristics of experimental farm soil

سال زراعی Year	عمق خاک Soil depth (cm)	پتاسیم Potassium (P.P.M)	گوگرد Sulfur (P.P.M)	فسفر Phosphorus (P.P.M)	کربن آلی Organic carbon (%)	ماده آلی Organic matter (%)	مواد خنثی شونده T.N.V (%)	اسیدیته اشباع pH	هدایت الکتریکی Electrical conductivity ($EC\times10^3$)	درصد اشباع Saturation (S.P)
1395-96	0-30	179	281.7	8.7	1.53	2.63	18	7.87	1.82	67
1396-97	0-30	168	279.9	8.5	1.78	2.74	17	7.51	1.81	70

جدول ۲- تغییرات دمای خاک در طول دوره‌ی رشد توت‌فرنگی در هر دو سال زراعی.

Table 2- Soil temperature changes during the strawberry growing season in both years.

تیمار Treatment	دمای خاک در عمق ۱۰ سانتی‌متری Soil temperature in 10 cm depth (°C)						
	June	**May**	**April**	**March**	**February**	**January**	**Average**
			۱۳۹۵-۹۶ (2016-2017)				
قرمز (Red)	30.9	28.7	27.7	27	25.7	24.8	27.4
سیاه (Black)	33.7	30.4	29	26.7	26.6	25.6	28.6
سفید (White)	30.2	27.8	25.7	24.4	24.3	23.2	25.9
شاهد (Control)	27.1	24.5	22.5	19.5	20	18.2	21.9
			۱۳۹۶-۹۷ (2017-2018)				
قرمز (Red)	30.4	29.2	28.2	26.1	25.3	23.9	27.1
سیاه (Black)	32.5	30.8	29.2	27.1	26	25.1	28.4
سفید (White)	31.2	28.1	25.8	24.6	23.9	22.7	26.2
شاهد (Control)	26.9	24.3	20.8	20.3	19.1	19.2	21.4

عملکرد و برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه توت‌فرنگی

سه زمان برداشت (۱۷۰، ۱۸۵ و ۲۰۰ روز پس از کاشت (DAP[1]))، به‌منظور سنجش صفات مورد نظر میوه‌های برداشت شده تعیین شد. برای اندازه‌گیری عملکرد، میوه‌های برداشت شده با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، توزین شدند. میزان مواد جامد محلول (TSS) آب‌میوه با استفاده از دستگاه رفراکتومتر (مدل، PR-32 AtagoCO, Japan) در دمای اتاق و بر حسب درصد بیان شد. اسید قابل تیتراسیون (TA) در حضور فنل‌فتالئین (pH = 8.2) اندازه‌گیری و بر حسب درصد اسید سیتریک بیان شد. اسیدیته (pH) آب‌میوه با استفاده از دستگاه pH متر (Jenway, 3020) اندازه‌گیری شد (Shiukhy *et al.*, 2014).

پارامترهای فلورسانس و کلروفیل برگ توت‌فرنگی

برای اندازه‌گیری پارامترهای فلورسانس، از دستگاه فلورومتر (PAM 2500, Walz Germany) استفاده شد. طول دوره تاریکی در این اندازه‌گیری ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد. بدین منظور از هر یک از تیمارها ۵ بوته و از هر بوته سه برگ جوان و کاملا باز شده انتخاب گردید. شاخص Fm (حداکثر فلورسانس کلروفیل)، Fo (حداقل فلورسانس کلروفیل) در برگ‌های سازگار با تاریکی هستند. تفاوت Fm و Fo به‌عنوان فلورسانس متغیر یا Fv نامیده می‌شود. شاخص Fv/Fm (ماکزیمم عملکرد فتوسیستم II) از فرمول - Fm Fo . Fm بدست می‌آید. اندازه‌گیری شدت سبزینگی برگ به‌وسیله دستگاه کلروفیل‌سنج (مدل: SPAD-502, Minolta, Japan) انجام شد. داده‌های به دست آمده در پایان آزمایش، با بهره‌گیری از نرم‌افزار SAS ver 9.1 تجزیه و از آزمون SNK برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد (Shiukhy Soqanloo and Raeini, 2018).

1- Day After Planting

نتایج و بحث

عملکرد

به‌منظور بررسی تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر عملکرد میوه توت‌فرنگی، نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی در جدول ۳ گزارش شد. بر اساس نتایج بدست آمده، تاثیر خاکپوش‌های رنگی بر عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم کاماروسا در همه مراحل اندازه‌گیری بسیار معنی‌دار بود ($P \leq 0.01$).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب عملکرد میوه توت فرنگی رقم 'کاماروسا' در زمان‌های برداشت مختلف در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶

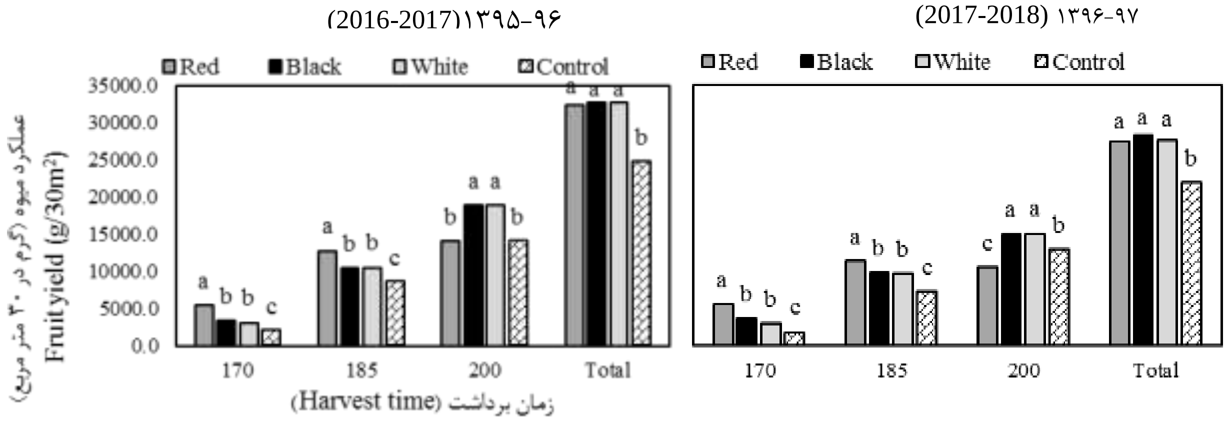
Table 3- Combined-ANOVA for strawberry fruit yield cv. Camarosa at different harvest times in 2016-2017 and 2017-2018

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean Squares			
		175 DAP ($g.30m^{-2}$)	185 DAP ($g.30m^{-2}$)	200 DAP ($g.30m^{-2}$)	عملکرد کل Yield ($g.30m^{-2}$)
سال Year	1	0.62 ^{ns}	0.98 ^{ns}	103.49 ^{ns}	44.2 ^{ns}
خطای آزمایش ۱ Error 1	4	4250265.32	3735464.5	27328234.73	84995385.0
مالچ Mulch	3	20090161.02**	20323710.37**	31375505.58**	75873306.1**
مالچ × سال Mulch ×Year	3	1.27 ^{ns}	0.94 ^{ns}	28.04 ^{ns}	52.9 ^{ns}
خطای آزمایش ۲ Error 2	12	366422.33	810778.36	1991534.5.	1776862.0
ضریب تغییرات C.V (%)	-	14.4	6.9	8.1	3.8

** و ^{ns} به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهند.

**, ^{ns}: significant at 1% of probability level and non-significant, respectively.

نتایج مقایسه میانگین تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی بر عملکرد میوه توت‌فرنگی در طول دوره رشد گیاه در هر دو سال زراعی مورد بررسی، نتایج تقریباً مشابهی بدست آمد. بر پایه نتایج بدست آمده، در زمان برداشت اول (170 DAP)، خاکپوش پلی‌اتیلنی قرمز بیشترین عملکرد میوه را در هر دوسال زراعی به‌ترتیب با مقادیر (۵۵۲۷) و (۶۰۰۱/۵) گرم در ۳۰ متر مربع به‌خود اختصاص داد. این در حالی بود که کمترین عملکرد میوه مربوط به تیمار شاهد (بدون خاکپوش) به‌ترتیب با مقادیر (۳۳۷۸/۶) و (۲۵۱۹/۵) گرم گرم در ۳۰ متر مربع بود. همچنین خاکپوش‌های سیاه و سفید تفاوت چندان قابل توجهی را با همدیگر نشان ندادند (شکل ۱). همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در زمان برداشت دوم (185 DAP) نیز در هر دو سال، خاکپوش پلی‌اتیلنی قرمز بالاترین میزان عملکرد را به‌ترتیب با مقادیر (۱۲۸۰۳/۲) و (۱۶۲۶۸/۳) گرم در ۳۰ متر مربع دارا بود. در حالی‌که پایین‌ترین میزان عملکرد به‌ترتیب با مقادیر (۸۵۷۲/۱) و (۱۰۲۹۲/۸) گرم در ۳۰ متر مربع، در تیمار شاهد مشاهده شد. در زمان برداشت سوم (200 DAP)، نتایج اندکی متفاوت بود به‌طوریکه در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵، بیشترین عملکرد مربوط به خاکپوش‌های سیاه و سفید به‌ترتیب با مقادیر (۱۸۹۱۳/۳) و (۱۸۹۵۶/۲) گرم در ۳۰ متر مربع بود، در حالی‌که کمترین مقدار عملکرد در تیمارهای خاکپوش قرمز و شاهد به‌ترتیب با مقادیر (۱۴۱۱۴/۳) و (۱۴۱۳۴/۸) گرم در ۳۰ متر مربع دیده شد. این در حالی بود که در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶، خاکپوش قرمز کمترین مقدار عملکرد را با مقدار (۱۴۹۷۳/۷) گرم در ۳۰ متر مربع نشان داد و خاکپوش‌های سیاه و سفید به‌ترتیب با مقادیر (۲۱۴۱۳/۳) و (۲۱۵۰۳/۵) گرم در ۳۰ متر مربع، بیشترین عملکرد را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۱). بر پایه یافته‌ها، عملکرد کل میوه توت‌فرنگی در هر دو سال زراعی، نشان داد که بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمارهای دارای خاکپوش پلی‌اتیلنی رنگی بود و کمترین میزان عملکرد در تیمار شاهد به ترتیب با مقادیر (۲۴۹۵۰/۴) و (۳۲۲۱۶/۵) گرم در ۳۰ متر مربع در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶ مشاهده شد. همچنین نکته جالب توجه در هر دو سال زراعی این بود که تیمار خاکپوش قرمز در زمان‌های برداشت اول و دوم بیشترین عملکرد میوه را داشت اما بتدریج با رسیدن به زمان برداشت سوم دچار افت عملکرد شد. لذا اینگونه نظر می‌رسد که رنگ قرمز افزون بر افزایش عملکرد موجب زودرسی میوه نیز گردیده است (شکل ۱).



شکل ۱- عملکرد میوه توت‌فرنگی رقم 'کاماروسا' در طول دوره‌ی رشد گیاه در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶.

Figure 1- Strawberry fruit yield cv. Camarosa during the growing season in 2016-2017 and 2017-2018 (SNK, $p\leq 0.01$)

جوانمردی و رضایی (Javanmardi and Rezaei, 2013)، بیان نمودند که کاربرد خاکپوش پلی‌اتیلنی سفید بالاترین میزان عملکرد زودرسی و عملکرد کل میوه فلفل را به دنبال داشت. و پس از آن عملکرد زودرسی، به‌ترتیب در خاکپوش‌های نقره‌ای، قرمز، مشکی، آبی و خاک بدون پوشش اتفاق افتاد. رانو و همکاران (Rannu *et al.*, 2018) با بررسی نوع خاکپوش (پلی‌اتیلنی و کلش برنج) وسطوح مختلف آبیاری (۵، ۱۰ و ۱۵روز) بر عملکرد توت‌فرنگی نشان دادند که، بیشترین میزان عملکرد میوه را در تیمار خاکپوش پلی‌اتیلنی با دور آبیاری ۵ روز مشاهده کردند. همسنجی یافته‌های این پژوهش با نتایج شیوخی و همکاران (Shiukhy *et al.*, 2014)، شیوخی و رائینی (Shiukhy Soqanloo and Raeini, 2018)، کاسیه‌را-پوسادا (Casierra-Posada *et al.*, 2011) و مدینا و همکاران (Medina *et al.*, 2011) مبنی بر افزایش عملکرد میوه توت‌فرنگی با استفاده از خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی نسبت به شرایط بدون خاکپوش همخوانی بسیاری داشت. با این وجود، می‌توان اینگونه اظهار داشت که عملکرد میوه توت‌فرنگی به‌طور کاملاً آشکاری تحت تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی قرار داشت. در واقع گمان بر این است که، تأثیر رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی بر کیفیت خرداقلیم پیرامون گیاه و افزایش دمای خاک در زیر خاکپوش‌ها (جدول ۲)، نقش به‌سزایی را در افزایش کیفیت میوه توت‌فرنگی ایفا می‌کند.

ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه توت‌فرنگی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر اسیدیته (pH)، اسید قابل تیتراسیون (TA) و مواد جامد کل (TSS) میوه توت‌فرنگی در قالب جدول ۴ ارایه گردید. بر پایه یافته‌ها، تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر اسیدیته (pH)، اسید قابل تیتراسیون (TA) دارای تفاوت معنی‌دار نبود. در واقع میزان pH و TA میوه دستخوش تغییرات چندانی نشده و مقدار تقریبا ثابتی داشت. این در حالی بود که تاثیر رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی بر مقدار مواد جامد کل (TSS) میوه توت‌فرنگی تفاوت معنی‌داری نشان داد ($p\leq 0.01$).

بر اساس نتایج بدست آمده، تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر میزان اسیدیته (pH) و اسید قابل تیتراسیون (TA) میوه تفاوت چندان قابل توجهی را نشان نداد. در واقع در طی زمان‌های برداشت مختلف، pH و TA میوه روندی ثابت و مشابه داشت و دستخوش تغییرات چندانی نبود (شکل ۲). اما میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه در زمان‌های برداشت مختلف، بیانگر تفاوت بسیار محسوسی میان تیمارهای آزمایشی بود. بر پایه نتایج، در زمان‌های برداشت اول (170 DAP) و دوم (185 DAP)، بیشترین میزان مواد جامد محلول میوه در تیمارهای دارای خاکپوش پلی‌اتیلنی رنگی مشاهده شد و کمترین میزان آن مربوط به بر تیمار شاهد بود. این در حالی بود که بین تیمارهای خاکپوش رنگی تفاوتی وجود نداشت. همچنین در زمان برداشت سوم (200 DAP)، نتایج حاکی از آن بود که میزان مواد جامد محلول میوه تحت تاثیر خاکپوش‌ها قرار نداشت و تقریباً بدون تغییر باقی ماند (شکل ۲).

رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی می‌تواند نقش حائز اهمیتی را در تغییر میزان ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه ایفا کند و بر کیفیت میوه اثر گذار باشد. ثابت شده است که تغییر رنگ خاکپوش، ترکیبات شیمیایی موجود در گیاهان، مانند آنتوسیانین‌ها، فنل کل و مواد جامد محلول را تغییر می‌دهد (Ledesma *et al.*, 2008). مواد جامد محلول هم از نقطه نظر تولید کننده و هم مصرف کننده، یک ویژگی بسیار مهم قلمداد می‌شود. میوه‌هایی که مزه و بوی بسیاری شدیدی دارند معمولاً سطوح بالایی از اسید قابل تیتراسیون و مواد جامد

محلول را دارند در حالی‌که میوه‌های شیرین، سطوح کم‌تری از آنها را دارند (Haffner *et al.*, 2002). محتوای مواد جامد محلول در برخی موارد به‌دلایلی همچون تنش آبی و شدت بالای نور می‌تواند، افزایش یابد (Moor *et al.*, 2005). بنابراین گمان بر این است که رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی با تاثیر بر محیط نوری پیرامون گیاه در مقایسه با تیمار شاهد، سب افزایش مواد جامد محلول میوه شده و در نهایت بهبود در کیفیت میوه را به‌همراه داشته است.

پارامترهای فلورسانس و شدت سبزینگی برگ

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، نتایج مقایسه میانگین تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر پارامترهای فلورسانس و شدت سبزینگی برگ توت‌فرنگی حاکی از آن بود که رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی تاثیر چشمگیری بر میزان Fo و شدت سبزینگی برگ داشت. به‌طوریکه در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶، بالاترین میزان Fo در تیمار شاهد و پایین‌ترین آن در خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی مشاهده شد. این در حالی بود که در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ میزان Fo تحت تاثیر هیچ یک از تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. همچنین بیشترین شدت سبزینگی را خاکپوش‌های رنگی و کمترین آن را تیمار شاهد به‌خود اختصاص دادند. این در حالی بود که میان خاکپوش‌های رنگی تفاوت قابل توجهی وجود نداشت و تغییرات تقریباً یکسان بود. همچنین نتایج نشان داد که هیچ یک از تیمارهای آزمایشی تاثیر چندانی بر میزان نسبت Fv/Fm و Fv/Fo نداشتند.

میزان نسبت Fv/Fm در بسیاری از گیاهان مستقل از نوع گونه، در بازه ۰/۸۴-۰/۷۸ متغیر است. هر گونه تغییر بویژه کاهش در این نسبت، نشان دهنده این است که بخشی از مرکز واکنش فتوسیستم بدلیل ممانعت نوری دچار اختلال شده است که این حالت بیشتر در شرایط تنش رخ می‌دهد (Strasser and Stirbet, 2001). بدین ترتیب همانگونه که در جدول ۳ مشاهده می‌شود خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی و تیمار شاهد بر واکنش پارامترهای Fv/Fm تاثیر گذار نبوده اما خاکپوش‌ها در مقایسه با تیمار شاهد، دارای میانگین کم-تری بودند. کاهش Fv/Fm بیانگر افت حداکثرکارایی کوانتومی فتوسیستم II است. رضوی و همکاران (Razavi *et al.*, 2008) نیز کاهش Fv/Fm در توت‌فرنگی را گزارش نمودند، که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت. در یک سطح متوسط نور، بخش اندکی از نور که به‌عنوان فلورسانس حداقل (Fo) شناخته می‌شود، به‌صورت فلورسانس ساطع می‌گردد اما بخش کلانی از آن، در فعالیت‌های فتوشیمیایی به مصرف فتوسنتز می‌رسد (Hasani *et al.*, 2014).

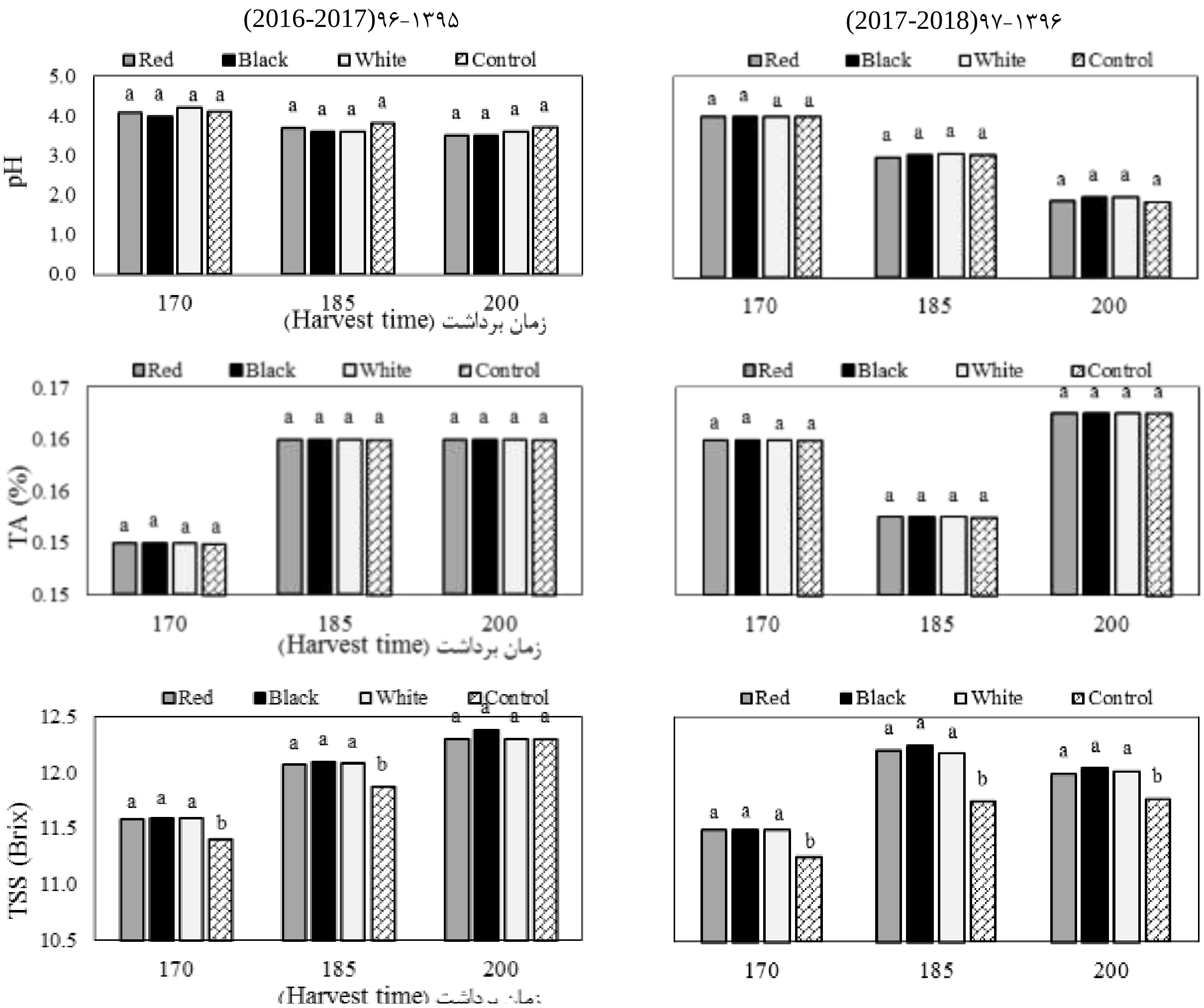
جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب اسیدیته، اسید قابل تیتراسیون و مواد جامد محلول میوه توت فرنگی رقم 'کاماروسا' در زمان‌های برداشت مختلف در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۷-۱۳۹۶

Table 4- Combined-ANOVA for acidity, titratable acid and soluble solids of strawberry fruit cv. Camarosa **at different harvest times in 2016-2017 and 2017-2018**

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean squares											
		اسیدیته pH				اسید قابل تیتراسیون TA				مواد جامد کل Total Solid Soluble			
		175 DAP	185 DAP	200 DAP	کل Total (%)	175 DAP	185 DAP	200 DAP	کل Total (%)	175 DAP	185 DAP	200 DAP	کل Total (%)
سال Year	1	0.0029 ns	0.0304 ns	0.2712 ns	0.0176 ns	0.0006 ns	0.0001 ns	0.0001 ns	0.00003 ns	0.0004 ns	0.0016 ns	0.0012 ns	0.0004 ns
خطای آزمایش ۱ Error 1	4	0.0108	0.1554	0.0137	0.0086	0.0001	0.0004	0..0002	0.00006	0.0002	0.0033	0.0037	0.0004
مالچ Mulch	3	0.0033 ns	0.0104 ns	0.0126 ns	0.0048 ns	0.0008 ns	0.0006ns	0.0003ns	0.0002ns	0.1937**	0.3088**	0.3270**	0.2504**
مالچ × سال Mulch ×Year	3	0.0362 ns	0.0054 ns	0.0618 ns	0.0079 ns	0.0001 ns	0.0002 ns	0.0005 ns	0.00005 ns	0.0004 ns	0.0038 ns	0.0112 ns	0.0037 ns
خطای آزمایش ۲ Error 2	12	0.0208	0.0165	0.0381	0.0091	0.0001	0.0041	0.00001	0.00012	0.0026	0.0033	0.0126	0.0026
ضریب تغییرات (C.V)	-	3.5	3.3	5.8	2.5	7.8	11.8		6.6	0.44	0.47	0.92	0.43

** و ns به ترتیب سطح معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و عدم معنی‌داری را نشان می‌دهند.

**and ns significant at 1% of probability level and non-significant, respectively.



شکل ۲- برخی ویژگی‌های بیوشیمیایی میوه توت‌فرنگی رقم 'کاماروسا' در طول دوره‌ی رشد گیاه در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۶-۱۳۹۷

Figure 2- Some biochemical characteristics of strawberry cv. Camarosa fruit during the growing season in 2016-2017 and 2016-17 (SNK, *p≤0.01*)

در این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ میزان Fo در تیمار شاهد نسبت خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی بیشتر بود. افزایش Fo نشان از آسیب به زنجیره انتقال الکترون فتوسیستم II در اثر کاهش ظرفیت کوئینون آ (QA) و عدم اکسیداسیون کامل آن به‌دلیل جریان کند الکترون در طول مسیر فتوسیستم II و در مجموع غیرفعال شدن فتوسیستم II دارد. همچنین نتایج این پژوهش مبنی بر افزایش شدت سبزینگی با نتایج برخی مطالعات از جمله کازمارسکا و میشالیک (Kaczmarska and Michalek, 2013) و نا و همکاران (Na *et al.*, 2014) همخوانی داشت.

فرانکوئرا (Franquera, 2015)، بیان کرد که رشد کاهو احتمال می‌تواند تحت تاثیر دستکاری خرداقلیم گیاه از طریق تفاوت در تعادل طیفی از هر رنگ خاکپوش پلاستیکی، قرار گیرد. تفاوت طیف نور بازتابی از رنگ خاکپوش پلاستیکی نشان می‌دهد که گیاهان با تغییرات کم در خرداقلیم که از رنگ سطح خاکپوش ناشی می‌شود، تحت تاثیر قرار می‌گیرند. ابوالیزید و مادی (Abu El-Yaziedand Mady, 2011)، گزارش کردند که استفاده از خاکپوش پلاستیکی رنگی موجب افزایش میزان شدت سبزینگی کدو تخم (*Cucurbita pepo*) شد. بر پایه نتایج وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2012)، شدت سبزینگی توت فرنگی در خاکپوش پلاستیکی قرمز در مقایسه با سایر رنگ‌های خاکپوش پلاستیکی بالاترین مقدار بود.

جدول ۵- پارامترهای فلورسانس و شدت سبزینگی برگ گیاه توت‌فرنگی رقم "کاماروسا" در طول دوره‌ی رشد گیاه در سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۵ و ۹۶-۱۳۹۷

Table 5- Fluorescence parameters and chlorophyll content of strawberry cv. Camarosa leaf during the growing season in 2016-2017 and 2017-2018

تیمار Treatment	(2016-2017) ۱۳۹۵-۹۶ پارامترهای فلورسانس Fluorescence parameters			کلروفیل Chlorophyll	(2017-2018) ۱۳۹۶-۹۷ پارامترهای فلورسانس Fluorescence parameters			کلروفیل Chlorophyll
	F_0	F_v/F_m	F_v/F_0		F_0	F_v/F_m	F_v/F_0	
قرمز (Red)	2.01 ᵃ	0.74 ᵃ	1.58 ᵃ	35.37 ᵃ	1.26 ᵇ	0.80 ᵃ	1.25 ᵃ	37.11 ᵃ
سیاه (Black)	2.09 ᵃ	0.74 ᵃ	1.61 ᵃ	34.98 ᵃ	1.28 ᵇ	0.81 ᵃ	1.27 ᵃ	37.23 ᵃ
سفید (White)	2.12 ᵃ	0.73 ᵃ	1.60 ᵃ	35.14 ᵃ	1.30 ᵇ	0.80 ᵃ	1.26 ᵃ	36.91 ᵃ
شاهد (Control)	2.15 ᵃ	0.74 ᵃ	1.71 ᵃ	30.53 ᵇ	2.20 ᵃ	0.83 ᵃ	1.28 ᵃ	32.67 ᵇ

در هر ستون اعداد دارای حروف یکسان از لحاظ آماری تفاوت معنی‌دار ندارند.

There are no significant differences in each column of numbers with the same letters.

نتیجه‌گیری

نتایج مقایسه میانگین تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی بر عملکرد میوه توت‌فرنگی در طول دوره رشد گیاه در هر دو سال زراعی مورد بررسی، نتایج تقریباً مشابهی بدست آمد. بر پایه نتایج بدست آمده، در زمان‌های برداشت اول، دوم و سوم به‌ترتیب ۱۷۰، ۱۸۵ و ۲۰۰ روز پس از کاشت، عملکرد میوه توت‌فرنگی در هر دو سال زراعی نشان داد که بیشترین میزان عملکرد مربوط به تیمارهای دارای خاکپوش پلی‌اتیلنی رنگی بود و کمترین میزان عملکرد در تیمار شاهد مشاهده شد. همچنین نکته جالب توجه در هر دو سال زراعی این بود که تیمار خاکپوش قرمز در زمان‌های برداشت اول و دوم بیشترین عملکرد میوه را داشت اما بتدریج با رسیدن به زمان برداشت سوم دچار افت عملکرد شد. اینگونه می‌توان بیان کرد که، رنگ قرمز افزون بر افزایش عملکرد موجب زودرسی میوه نیز گردیده است. تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر میزان اسیدیته (pH) و اسید قابل تیتراسیون (TA) میوه تفاوت چندان قابل توجهی را نشان نداد اما میزان مواد جامد محلول (TSS) میوه در زمان‌های برداشت مختلف، بیانگر تفاوت بسیار محسوسی میان تیمارهای آزمایشی بود. به‌طوریکه در زمان‌های برداشت اول و دوم، بیشترین میزان مواد جامد محلول میوه در تیمارهای دارای خاکپوش پلی‌اتیلنی رنگی مشاهده شد. بر پایه یافته‌ها، تاثیر خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی رنگی بر پارامترهای فلورسانس و شدت سبزینگی برگ توت‌فرنگی حاکی از آن بود که رنگ خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی تاثیر چشمگیری بر میزان فلورسانس اولیه (Fo) و شدت سبزینگی برگ داشت. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان اینگونه اظهار داشت که استفاده از خاکپوش‌های پلی‌اتیلنی بدلیل افزایش عملکرد و کیفیت میوه توت‌فرنگی در مقایسه با شیوه کشت سنتی آن بسیار کارآمد و سودمند بنظر می‌رسد.

منابع

1. Abbasi H., AghaAlikhani M., and Hamzei H. 2017. Effect of Irrigation Intervals, Black Plastic Mulch and Biofertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Iranian Journal of Field Crops Research 15: 399-412.
2. Abou El-Yazied A., and Mady M.A. 2011. Effect of naphthalene acetic acid and yeast extract application on growth and productivity of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plants. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 7: 271-281.
3. Bardehji S., Bannayan M., and Asadi Gh. 2019. The Effect of Different Levels of Irrigation and Plastic Mulch on Yield and Yield Components of Medicinal Pumpkin (*Cucurbita pepo convar. pepo* var. *styriaca*) in Mashhad. Journal of Field Crops Research 17: 265-273. http://doi.org/10.22067/gsc. v17i2.71035.
4. Bernier G., and Perilleux C. 2005. A physiological overview of the genetics of flowering time control. Plant Biotechnology 3: 3–16. https://doi.org/10.1111/j.1467-7652.2004.00114.x.
5. Casierra-Posada F., Fonseca E., and Vaughan G. 2011. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. Agronomía Colombiana 29: 407-413. https://www.researchgate.net/publication/230626837.
6. Caulet R.P, Morariu A., Iurea D., and Gradinariu G. 2013. Growth and Photosynthetic Characteristics of Two Strawberry Cultivars in Response to Furostanol Glycosides Treatments. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici 41:

231-237.
7. El-Mageed T., Semida W.M., and El-Vahed M.H. 2016. Effect of mulching on plant water status, soil salinity and yield of squash under summer-fall deficit irrigation in salt affected soil. Agricultural Water Management 173: 1-12. https://doi.org/10.1016/j.agwat.2016.04.025.
8. El-Samnoudi I.M., El-Aty A., Ibrahim M., and El-Tawwab A.R. 2019. Combined effect of poultry manure and soil mulching on soil properties, physiological responses, yields and water-use efficiencies of sorghum plants under water stress. Communication in Soil Science and Plant Analysis 50: 1-14. https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1671445.
9. El-Zohiri S.S.M., and Samy M.M. 2013. Effectivness of Colored Plastic Mulches and Harvest Date on Potato. A: Influence of Colored Plastic Mulches on Germination, Growth and Marketable Yield. International Journal of Product Development 18: 405–420.
10. Franquera N. 2015. Effects of Plastic Mulch Color on the Total Soluble Solids, Total Sugars and Chlorophyll Content of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). International Journal of Research in Agriculture and Forestry 2: 18-24.
11. Haffner K., Rosenfeld J., Skrede G., and Wang L. 2002. Quality of red raspberry (*Rubus idaeus* L.) cultivars after storage in controlled and normal atmospheres. Postharvest Biology and Technology 24: 279-289. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00147-8.
12. Hasani Z., Pirdashti H., Yaghoubian Y., and Zaman Nouri M. 2014. Application of Chlorophyll Fluorescence Technique to Evaluate the Tolerance of Rice (*Oryza sativa* L.) Genotypes to Cold Temperature and Water Stresses. Journal of Cell & Tissue 5: 195-206.
13. Javanmardi J., and Rezaei R. 2013. The effect of polyethylene mulch on the quantitative and qualitative characteristics of green bell pepper. 2-Quarterly Journal of Vegetable Science 2: 1-8. https://doi.org/10.22034/IUVS.2015.15367.
14. Kaczmarska E., and Michalek W. 2013. Changes in chlorophyll content and fluorescence and fruit yield contributing traits in different genotypes of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* DUCH.). Acta Agrobotanica 66(4): 101-108. https://doi.org/10.5586/aa.2013.056.
15. Laurie S.M., Maja M.N., Ngobeni H.M., and Du Plooy C.P. 2015. Effect of different types of mulching and plant spacing on weed control canopy cover and yield of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). American Journal of Experimental Agriculture 5(5): 358-350. https://www.researchgate.net/publication/272789250.
16. Ledesma N.A., Nakata M., and Sugiyama N. 2008. Effect of high temperature stress on the reproductive growth of strawberry cvs. '*Nyoho*' and '*Toyonoka*'. Scientia Horticulture 116(2): 186-193. https://doi:10.1016/j.scienta.2007.12.010.
17. Loughrin J.H., and Kasperbauer M.J. 2002. Aroma of fresh strawberries is enhanced by ripening over red versus black mulches. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 161–165. https://doi.org/10.1021/jf010950j.
18. Medina Y., Gauthier L., Harnois R., and Khanizadeh S. 2011. Effect of plastic mulches on yield and fruit quality of strawberry plants grown under high tunnels. Acta Horticulture 893: 1327-1332. https://www.researchgate.net/publication/259575401.
19. Moor U., Karp K., Poldma P., and Pae A. 2005. Cultural systems affect content of anthocyanin and vitamin C in strawberry fruits. European Journal of Horticultural Science 70: 195-199.
20. Morgan L.M., Shi J.W., Hampton S.M., and Frost G. 2012. Effect of meal timing and glycaemic index on glucose control and insulin secretion in healthy volunteers. British Journal of Nutrition 108: 1286–1291. https://doi.org/10.1017/S0007114511006507.
21. Na Y.W., Jeong J.H., Lee S.Y., Choi H.G., Kim S.H., and Rho R. 2014. Chlorophyll fluorescence as a diagnostic tool for abiotic stress tolerance in wild and cultivated strawberry species. Horticulture, Environment, and Biotechnology 55(4): 280-286.
22. Rannu R.P., Ahmed R., Siddiky A., Saleh M.D.A., Murad Kh.F.I., and Sarkar P.K. 2018. Effect of irrigation and mulch on the yield and water use of strawberry. International Journal of Agronomy 2: 1-10. https://doi.org/10.1155/2018/2903706.
23. Razavi F., Pollet B., Steppe K., and Van Labeke M.C. 2008. Chlorophyll fluorescence as a tool for evaluation of drought stress in strawberry. Photosynthetica 46: 631–633.
24. Sarkar A., and Sarkar S. 2018. Influence of differential irrigation and mulch on crop growth, yield and moisture extraction of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Indian Journal of Soil Conservation 46(1): 85-93.
25. Shiukhy Soqanloo S., and Raeini M. 2018. The effect of red plastic mulch on antioxidant yield and antioxidant activity of different strawberry cultivars. Journal of Plant Production Research 25(3): 13-25. http://doi.org/10.22069/jopp.2018.12913.2163.
26. Shiukhy Soqanloo S., Ghasemi Y., Raeini M., and Ghasemi K. 2012. The effect of plastic mulches and harvest time on antioxidant activity, phenol and flavonoids of strawberry fruit. In Proceeding 1^{th} The first national strawberry conference, 10^{th}-11^{th} June, Kurdistan, Iran.
27. Shiukhy S., Raeini M., and Chalavi V. 2014. Colored plastic mulch microclimates affect strawberry fruit yield and quality. International Journal of Biometeorology 59(8): 1061-1066. http://doi.org/10.1007/s00484-014-0919-0.

28. Singh H.P., Sharma P., Kumar N., Singh d., and Singh B. 2017. Influence of mulching on growth and yield of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) under protected environment. International Journal of Biotechnology 19(2): 1-6. http://doi.org/10.9734/BJI/2017/35410.
29. Strasser R.J., and Stirbet A.D. 2001. Estimation of the energetic connectivity of PS II centers in plants using the fluorescence rise O–J–I–P; fitting of experimental data to three different PS II models. Mathematics and Computers in Simulation 56(4): 451- 461. http://doi: 10.1016/s0378-4754(01)00314-7.
30. Wang S.Y., Zheng W., and Galletta G.J. 2012. Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 6534–6542. http://doi: 10.1021/jf020614i.